

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-161115

(43)Date of publication of application : 13.06.2000

(51)Int.Cl. F02D 41/40
F01L 1/34
F02D 13/02
F02D 43/00

(21)Application number : 10-333098

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 24.11.1998

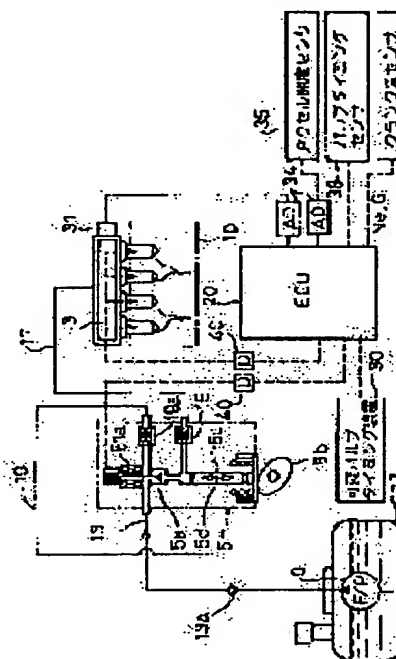
(72)Inventor : NAKAGAWA NORIHISA
DEMURA TAKAYUKI

(54) FUEL PUMP CONTROL DEVICE FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To accurately control the discharge quantity of a fuel pump for an internal combustion engine having a variable valve timing device.

SOLUTION: With this internal combustion engine, an inlet valve 5a is provided in a plunger type high pressure fuel injection pump 5 driven by a pump driving cam connected to a camshaft of the internal combustion engine. An electronic control device (ECU) 20 for the engine energizes a solenoid actuator 51a of the inlet valve during the delivery stroke of the pump 5 to close the inlet valve 5a. During the period of closing the inlet valve, fuel is discharged from the pump 5. The ECU 20 changes the valve timing of the engine depending on the operating conditions by a variable valve timing device 30 of the engine 10, and changes the valve closing timing and valve opening timing of the inlet valve 5a based on the predictions of the valve timing over a specified period. Further, the ECU controls the effective delivery stroke of the pump 5 in response to the valve timing so that a target discharge quantity can be obtained.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

28.06.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

特開2000-161115

(P2000-161115A)

(43) 公開日 平成12年5月13日(2000.5.13)

(51) Int. Cl.	識別記号	F I
F 02 D 41/40		F 02 D 41/40 C 30316
F 01 L 1/34		F 01 L 1/34 Z 30384
F 02 D 13/02		F 02 D 13/02 G 30392
43/00	301	43/00 301 H 30301
		301 J

審査請求 未請求 請求項の数 3 OL (全 11 頁) 最終頁に続く

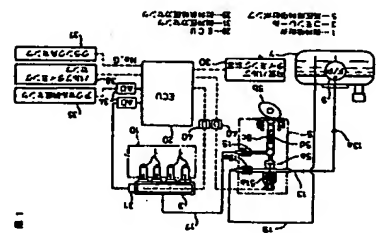
(21) 出願 号	特願平10-333098	(71) 出願人	000003207 トヨタ自動車株式会社 愛知県豊田市トヨタ町1番地 中川 徳久 愛知県豊田市トヨタ町1番地 車株式会社内 村株式会社内 出村 隆行 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車 車株式会社内 車株式会社内 (74) 代理人 100077517 弁理士 石田 敬 (外3名)
(22) 出願日	平成10年11月24日(1998.11.24)	(72) 発明者	中川 徳久 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車 車株式会社内 車株式会社内 (74) 代理人 100077517 弁理士 石田 敬 (外3名)

(54) 【発明の名称】 内燃機関の燃料ポンプ制御装置

(57) 【要約】

【課題】 可変バルブタイミング装置を有する内燃機関の燃料ポンプ吐出量を正確に制御する。

【解決手段】 内燃機関のカムシャフトに連結されたポンプ駆動カム51bにより駆動されるプランジヤ式の高圧燃料噴射ポンプ5に吸入弁5aを設ける。機関の電子制御装置(ECU)20は、ポンプ5の吐出行程中に吸入弁のソレノイドアクチュエータ51aに通電して吸入弁を開弁する。ポンプ5からは吸入弁開弁期間中に燃料が吐出される。ECU20は、機関10の可変バルブタイミング装置30により機関バルブタイミングを運転条件に応じて変化するともに、バルブタイミングの所定期間先の予測値に基づいて吸入弁の開弁時期及び開弁時期を変化させ、目標吐出量が得られるようにポンプの有効吐出ストロークをバルブタイミングに応じて制御する。



(2)

【特許請求の範囲】

【請求項1】 内燃機関のカムシャフト回転に同期して作動する各種燃料ポンプの吐出量を予め定めた目標吐出量に制御する吐出量制御手段を備えた内燃機関の燃料ポンプ制御装置であって、

前記内燃機関は前記カムシャフトの回転位相を変化させることにより機関バルブタイミングを設定するバルブタイミング設定手段を備え、

前記吐出量制御手段は、前記燃料ポンプの有効吐出ストロークの開始または終了時期のうち少なくとも一方を、機関バルブタイミングに応じて変化するることにより、前記燃料ポンプ吐出量を前記目標吐出量に制御する請求項1に記載の内燃機関の燃料ポンプ制御装置。

【請求項2】 前記吐出量制御手段は、現在から予め定めた期間経過後の機関バルブタイミングを予測し、該予測バルブタイミングに応じて前記燃料ポンプの有効ストロークの開始または終了時期のうち少なくとも一方を変化させることにより、前記燃料ポンプ吐出量を前記目標吐出量に制御する請求項1に記載の内燃機関の燃料ポンプ制御装置。

【請求項3】 前記吐出量制御手段は、前記バルブタイミング設定手段により設定されるバルブタイミングと現在のバルブタイミングとに基づいて、現在から予め定めた期間経過後の機関バルブタイミングを予測する請求項2に記載の内燃機関の燃料ポンプ制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、内燃機関のカムシャフトに駆動される各種燃料ポンプの吐出量を制御する内燃機関の燃料ポンプ制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 高圧の燃料を貯留するモノレール(蓄圧器)を設け、このモノレールに燃料噴射弁を接続して内燃機関に燃料噴射を行なうモノレール式燃料噴射装置が知られている。モノレール式燃料噴射装置では、燃料噴射弁からの燃料噴射率がモノレール内圧力に応じて変化するため、機関運転状態に応じて最適な燃料噴射率が得られるようにモノレール圧力を精度良く制御する必要がある。

【0003】 モノレール圧力制御は、一般にモノレールに燃料を圧送する高圧燃料供給ポンプの吐出量(圧流量)を制御することにより行われている。また、高圧燃料供給ポンプとしては一般に機関のカムシャフトに連結され、カムシャフト回転に同期して回転する駆動カムにより駆動されるプランジヤポンプ等の容積式ポンプが使用される。

【0004】 この種の燃料ポンプの制御装置としては、例えば特開平8-177592号公報に記載されたものがある。同公報の装置は、内燃機関のカムシャフトに同期して回転する駆動カムにより駆動されるプランジヤ式

特開2000-161115

2

の燃料ポンプを用いて内燃機関のモノレールに燃料を供給する際に、モノレール圧力を検出するとともに、検出したモノレール圧力と機関運転状態により定まるモノレール目標圧力とに基づいてモノレール圧力を目標圧力に一致させるようにポンプ吐出量を制御するようになっている。同公報の装置では、モノレール圧力の検出とポンプからの燃料の吐出とは一定クランク角毎に行なわれる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 ところが、上記特開平8-177592号公報の装置を運転状態に応じて機関のバルブタイミングを変更する可変バルブタイミング装置を有する内燃機関に適用した場合には問題が生じる場合がある。可変バルブタイミング装置としては、カムシャフトのクランクシャフトに対する回転位相を変化させることにより機関のバルブタイミングを変化させる形式のものがあるが、このような可変バルブタイミング装置を有する機関に上記公報の装置を適用すると、正確にポンプ吐出量を制御することができずモノレールの燃料圧力の制御性が悪化する問題が生じる。

【0006】 すなわち、上記公報の装置では燃料ポンプはカムシャフトに連結されてカムシャフトと同期して回転する駆動カムによりプランジヤを駆動している。このため、カムシャフトの回転位相が変化するとポンプ駆動カムの位相もカムシャフトの位相に応じて変化する。一方、上記公報の装置ではクランクシャフトが一定のクランク角に到達する毎に燃料ポンプからの燃料吐出が開始され、目標吐出量から定まる吐出期間(クランクシャフトが目標吐出量に相当する角度だけ回転する間)ポンプから燃料が吐出される。すなわち、ポンプ吐出量は、吐出期間中のポンプ駆動カムの回転によるカムリフト量の変化によって定まる。

【0007】 ところが、可変バルブタイミングを有する機関ではポンプの駆動カムの回転位相もカムシャフトの回転位相に応じて変化する。このため、ポンプの吐出開始時期(クランク角)と吐出終了時期(クランク角)を固定した場合でも、クランクシャフトに対するポンプ駆動カムの回転位相が変化すると、実際のプランジヤのストロークは変化してしまい、同一のポンプ吐出量が得られなくなる。

【0008】 この問題を、図5を用いて説明する。図5において図解はポンプ駆動カムのカムリフトを、横軸はクランク角を表すものとする。また、図5の曲線1は機関カムシャフトがバルブタイミングを最も遅角させる位置にある場合のポンプ駆動カムリフト曲線を示しており、曲線1はカムシャフトがバルブタイミングを最も遅角させる位置にある場合のポンプ駆動カムリフト曲線を示している。図5に示すように、機関バルブタイミングが違角するとポンプ駆動カムのリフト曲線もクランク角の違角方向に平行移動している。この場合、ポンプ

の吐出開始クランク角と吐出終了クランク角とが同一（吐出期間DP1が同一）であっても、バルブタイミング調整角時のカムリフト（すなわちポンプブランチの有効吐出ストローク）D1とバルブタイミング調整角時のカムリフトD2とは異なっている。このため、可変バルブタイミング装置を備えた機関において、バルブタイミングが固定された機関と同じ燃料ポンプ吐出量制御を行なっていると、バルブタイミングが変化した時に目標のポンプ吐出量を確保することができなくなる場合が生じる。この場合、実際のポンプ吐出量が目標吐出量に對して過不足を生じること、コモンレールの圧力を正確に目標圧力に制御できなくなること、ポンプの運動的な仕事によるポンプ駆動損失の増大等の問題が生じる場合がある。

【0009】本発明は上記問題に鑑み、可変バルブタイミング装置を備えた機関にカムシャフト駆動の容積式燃料ポンプを使用する場合にも常にポンプ吐出量を正確に制御することを可能とする内燃機関の燃料ポンプ制御装置を提供することを目的としている。

【0010】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の発明によれば、内燃機関のカムシャフト回転に同期して作動する容積式燃料ポンプの吐出量を予め定められた目標吐出量に制御する吐出量制御手段を備えた内燃機関の燃料ポンプ制御装置であって、前記内燃機関は前記カムシャフトの回転位置を変化させることにより機関バルブタイミングを調整するバルブタイミング調整手段を備え、前記吐出量制御手段は、前記燃料ポンプの有効吐出ストロークの開始または終了時期のうちの少なくとも一方を機関のバルブタイミングに応じて変化するこにより、前記燃料ポンプの吐出量を前記目標吐出量に制御する内燃機関の燃料ポンプ制御装置が提供される。

【0011】すなわち、請求項1の発明では燃料ポンプの有効吐出ストロークの開始または終了時期のうち少なくとも一方が機関のバルブタイミング、すなわちカムシャフトの回転位置の変化に応じて制御される。このため、機関バルブタイミングにかかわらず、常に目標吐出量がえられるようにポンプの有効吐出ストローク長を制御することが可能となり、バルブタイミングが変化してもポンプ吐出量は目標吐出量に正確に制御されるようになる。

【0012】請求項2に記載の発明によれば、前記吐出量制御手段は、現在から予め定められた期間経過後の実際の機関バルブタイミングを予測し、該予測バルブタイミングに基づいて前記燃料ポンプの有効吐出ストロークの開始または終了時期のうち少なくとも一方を変化させることにより、前記燃料ポンプ吐出量を前記目標吐出量に制御する請求項1に記載の内燃機関の燃料ポンプ制御装置が提供される。

【0013】すなわち、請求項2の発明では、吐出量制

御手段は現在から予め定められた期間経過後の実際の機関バルブタイミングを予測し、該予測バルブタイミングに基づいてポンプの有効吐出ストロークの開始または終了時期を変化させるため、例えば機関の過渡運転時等でバルブタイミングが変化中であるような場合にも正確にポンプ吐出量が目標吐出量に制御される。

【0014】請求項3に記載の発明によれば、前記吐出量制御手段は、前記バルブタイミング調整手段により設定されるバルブタイミングと実際のバルブタイミングとに基づいて、現在から予め定められた期間経過後の実際の機関バルブタイミングを予測する請求項2に記載の内燃機関の燃料ポンプ制御装置が提供される。すなわち、請求項3の発明では吐出量制御手段はバルブタイミングの固定値（バルブタイミング調整後の目標バルブタイミング）と実際のバルブタイミング（現在のバルブタイミング）とに基づいて所定期間経過後のバルブタイミングを予測するため、簡易かつ正確に所定期間経過後のバルブタイミングが予測される。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、添付図面を用いて本発明の実施形態について説明する。図1は、本発明を自動専用内燃機関に適用した場合の実施形態の概略構成を示す図である。図1において、1は内燃機関10（本実施形態では4気筒内燃機関）の各気筒内に燃料を直接噴射する燃料噴射弁、3は各燃料噴射弁1が接続される共通の蓄圧室（コモンレール）を示す。コモンレール3は、後述する高圧燃料噴射弁5から供給される高圧燃料を貯留し、各燃料噴射弁1に分配する機能を有する。

【0016】また、図1において7は機関10の燃料を貯留する燃料タンク、9は高圧燃料ポンプに燃料を供給する低圧フィードポンプを示している。機関運転中、タンク7内の燃料は、フィードポンプ9により一定圧力に昇圧され、逆止弁13a、低圧配管13を通過して高圧燃料噴射弁5に供給される。また、高圧燃料噴射弁5から吐出された燃料は、逆止弁15、高圧配管17を通過してコモンレール3に供給され、コモンレール3から各燃料噴射弁1を介して内燃機関の各気筒内に噴射される。

【0017】なお、図1において19、19aで示したものは後述する高圧燃料ポンプ5のブランチの吐出行程中に吸入弁5aから吐出される燃料を燃料タンク7に返戻するスプリング、及びスプリング19上に取り付けられた逆止弁である。高圧燃料ポンプ5及び吸入弁5aについては後述する。図1に20で示すのは、機関の制御を行うエンジン制御回路（ECU）である。ECU20は、リードオンリメモリ（ROM）、ランダムアクセスメモリ（RAM）、マイクロプロセッサ（CPU）、入出力ポートをそれぞれ双方向バスで接続した公知の構成のマイクロコンピュータとして構成されている。ECU20は、後述するように高圧燃料噴射弁5の吸入弁5a

の機関動作を制御して燃料噴射ポンプ5からコモンレール3に圧送（吐出）される燃料量を機関負荷、回転数、コモンレール圧力等に応じて設定し、コモンレール3内の燃料圧力を機関負荷、回転数等により定まる目標圧力に制御する吐出量制御手段として機能する。これにより、コモンレール燃料噴射弁の噴射率が機関負荷、回転数等に応じて調節される。また、ECU20は、燃料噴射弁1の喷射時期及び喷射時間を制御して気筒内に噴射される燃料量と喷射時期とを機関負荷、回転数等に応じて調節する燃料噴射制御を行う。

【0018】本実施形態では、機関10は可変バルブタイミング機構30を備えている。可変バルブタイミング機構30は機関の吸排気弁（図示せず）の一方もしくは両方の開閉タイミング（バルブタイミング）を機関運転状態に応じて変更するものであり、機関10のカムシャフトの回転位置をクランクシャフトに対して変化する公知の形式のもので使用される。すなわち、カムシャフトはクランクシャフトから駆動され、クランクシャフトに同期して回転しているため、通常の機関ではカムシャフトにより駆動される吸排気弁の開閉タイミング（開弁するクランク角及び閉弁するクランク角）は固定されている。本実施形態ではカムシャフトをクランクシャフトに同期して回転させながら、カムシャフト回転位置をクランクシャフトの回転位置に対して変化するこにより吸排気弁の開閉タイミングが変更される。例えば、カムシャフトの回転位置をクランクシャフト回転位置に對して進角させると吸排気弁の開閉タイミングはともに進角し、遅角させると吸排気弁の開閉タイミングはともに遅角される。

【0019】上記制御のため、ECU20の入力ポートには、コモンレール3に設けた燃料圧力センサ31から、ポンプ運転状態パラメータとしてコモンレール3内の燃料圧力に対応する電圧信号が、AD変換器34を介して入力されている他、機関アクセルペダル（図示せず）に設けたアクセル開度センサ35から機関負荷パラメータとしてのアクセルペダルの操作量（踏み込み量）に対応する信号が同様にAD変換器34を介して入力されている（なお、機関負荷パラメータとしては、機関吸気量、機関吸気圧力等を使用しても良い）。更に、ECU20の入力ポートには、機関のクランク軸に設けたクランク角センサ37から、クランク軸が基準回転位置（例えば第1気筒の上死点）になったときに発生する基準バルブ信号とクランク回転角に応じて発生する回転バルブ信号との2つの信号が入力される。クランク角センサ37からの信号はECU20により機関10の回転数を算出するために使用されるときに、後述する燃料噴射ポンプ5の吸入弁5aの開閉タイミングを判定するために使用される。また、ECU20の入力ポートには、カムシャフトに設けたバルブタイミングセンサ38からカム軸が基準回転位置になる毎にカム基準バルブ

信号が入力されている。ECU20は、クランク角センサ37から入力するクランクシャフトの基準バルブ信号と、バルブタイミングセンサ38から入力するカムシャフトの基準バルブ信号との位相差に基づいてカムシャフトの回転位置（バルブタイミング）を算出する。

【0020】また、ECU20の出力ポートは、電動回路40を介して各燃料噴射弁1に接続され、各燃料噴射弁1の作動を制御している他、電動回路40を介して高圧燃料噴射ポンプ5の吸入弁5aの開閉を制御するソレノイドアクチュエータと接続され、ポンプ5の吐出量を制御している。更に、ECU20の出力ポートは、可変バルブタイミング機構30に接続され、機関運転状態（負荷、回転数）に応じて機関のバルブタイミングを制御している。

【0021】本実施形態では、高圧燃料噴射ポンプ5はポンプ駆動カム5bに駆動されてシリンダ5c内を往復動するプランジャ5dを有するプランジャポンプとされている。本実施形態ではポンプ駆動カム5bは前述の可変バルブタイミング機構30により回転位置を制御されるカムシャフトの端部に形成されており、カムシャフトの回転に同期して回転する。すなわち、高圧燃料噴射ポンプ5はカムシャフトの回転に同期して作動する。本実施形態では、ポンプ駆動カム5bは2つのカムノーズ部を有しているため、カムシャフト1回転当たり2回（クランクシャフト1回転当たり1回）の燃料吐出を行ない、コモンレール3に燃料を圧送する。

【0022】ポンプシリンダ5cの吸入ポートには、ソレノイドアクチュエータにより開閉駆動される吸入弁5aが設けられている。また、ECU20はポンプのシリンダ5cのプランジャ5dの上昇（圧送）行程における吸入弁5aの開閉時期及び開閉を変化させることによりポンプからの燃料の吐出量を制御する。図2は、吸入弁5aによるポンプ5の吐出量の制御原理を説明する図である。図2において、(A)はプランジャが下降中、すなわちポンプ5の吸入ストローク中の状態を、(B)はプランジャがポンプ駆動カム5bに押動されて上昇中の行程、すなわち吐出ストローク中の状態を、(C)は実際にポンプ5から燃料が吐出される有効吐出ストローク中の状態を示している。

【0023】図2(A)、(B)に示すように、ECU20は、各シリンダのプランジャ吸入ストロークの間、及びプランジャ吐出ストローク開始後所定の期間ソレノイドアクチュエータ51aへの通電を止める。これにより、吸入弁5aの弁体53aは、スプリング55aに押圧され吸入位置に保持される。このため、吸入ストローク（図2(A)）では、プランジャ5dの下降動作に応じて燃料が低圧配管13からシリンダ5c内に流入する。また、吸入弁5aが閉弁した状態では、プランジャが吐出行程に入ってもシリンダ内の燃料は吸入弁5aから低圧配管13に逆流し（図2(B)）、逆止弁19a、スプリ

配管19(図1)を通じてタンクに排出されるためシリンドラ5c内の燃料圧力は上昇せず、燃料は高圧配管17には吐出されない。ECU20は所定の時期が来ると吸入弁5aのソレノイドアクチュエータ51aに通電する。これにより吸入弁5aの弁体53aはソレノイドに吸され、スプリング55aの付勢力に抗して閉弁位置に移動する(図2(c))。これによりポンプブランチ5dの上昇に伴いシリンドラ内の圧力が上昇し、シリンドラ内圧力がコモンレール3内の圧力より高くなるとシリンドラの逆止弁15が閉弁し、シリンドラ内の高圧の燃料油が高圧配管17を経てコモンレール3に圧送される。すなわち、ソレノイドアクチュエータ51aに通電することにより、ポンプ5からの実際の燃料吐出を行なう有効吐出ストロークが開始される。また、ECU20はこの状態から所定の時期が来るとソレノイドアクチュエータ51aへの通電を停止する。これにより、弁体53aはスプリング55aに押動され再度閉弁位置(図2(b))に移動するため、シリンドラ内の燃料は再度閉弁位置(図2(b))に移動する。シリンドラ内の燃料はスプリング55aを通過して燃料タンク7に送られるようになり、シリンドラ内の圧力が低下してポンプ5から高圧配管17への燃料吐出が停止する。すなわち、本実施形態ではソレノイドアクチュエータ51aへの通電を停止することによりポンプ5の有効吐出ストロークが終了する。

[0024] ポンプ5の有効吐出ストローク中にコモンレール3に吐出(圧送)される燃料の量は、ポンプ5の有効吐出ストローク中にポンプ5が上昇した駆動カム5bのリフト量に比例する。このため、吸入弁5aの閉閉タイミンギング(ソレノイドアクチュエータへの通電タイミンギング)を調整することにより、コモンレール3に圧送する燃料量が制御される。

[0025] 本実施形態では、ECU20は機関負荷、回転数に応じて予めROMに格納した関係に基づいて目標コモンレール燃料圧力を設定するとともに、燃料圧力センサ31で検出した実際のコモンレール燃料圧力と目標コモンレール圧力とに応じて高圧燃料噴射ポンプ5の目標吐出量を設定するとともに、この目標吐出量を得られるように、高圧燃料噴射ポンプ5の吸入弁5aの閉閉時期と開閉時期とを設定する。この場合、例えばカムシャフトとクランクシャフトとの回転位相が変化するしない固定バルブタイミンギング機関の場合には、吸入弁5aの開閉時期(ポンプの有効吐出ストローク終了時期)をある一定のクランク角に固定して吸入弁5aを閉弁するクランク角(ポンプの有効吐出ストローク開始時期)が同一、すなわちポンプの有効吐出期間が同一の場合にはポンプ吐出量は同一となる。ところが、可変バルブタイミンギング装置を有する機関では、機関回転数に応じてバルブタイミンギングが変更されると、クランクシャフトに対するカムシャフトの回転位相が変化する、それによってポンプ駆動カム5bのクランクシャフトに対する回転位相も変化する。

する。このため、図5で説明するように、たとえポンプの有効吐出期間が一定であっても実際に高圧燃料噴射ポンプ5から吐出される燃料の量が変化してしまうことになる。

[0026] 本実施形態では、ECU20は以下に説明する方法で吸入弁5aの有効吐出ストロークの時期及び期間を機関のバルブタイミンギングに応じて変化するごとにより、常に高圧燃料噴射ポンプ5の吐出量が目標吐出量に一致するように制御している。前述したように、高圧燃料噴射ポンプ5からの吐出量はポンプ5の有効吐出ストローク期間内のプランジャ5dの移動量、すなわちポンプ5の吸入弁5aの開閉時(有効吐出ストローク終了時)と閉弁時(有効吐出ストローク開始時)とにおけるポンプ駆動カム5bのリフト量の差によって定まる。このため、例えば図5の場合も、バルブタイミンギングが変角されてポンプ駆動カム5bの回転位置が図5の曲線Iから曲線IIに変化したときに、バルブタイミンギングに応じてポンプ吐出量を調整させて、同一のカムリフト量差D1が得られるクランク角(例えば図5の区間DP2)に有効吐出期間を設定すればバルブタイミンギングの差がなくなる。すなわち、カムリフト曲線Iにおいて吸入弁5aの閉閉タイミンギング(図5にVCIで示すタイミンギング)と開閉タイミンギング(図5にVOIとカムリフトが同一になる曲線II上の点、言い換えれば曲線IのVCIとVOIと)とに対応する(ポンプ駆動カム5bの回転位置が同一になる)曲線II上の点VC2とVO2とに吸入弁5aの閉閉タイミンギングと開閉タイミンギングとを設定すれば、バルブタイミンギングが変角されてカムリフト曲線が曲線Iから曲線IIに変化した場合でも同一のカムリフト量差D1を得ることができ。

[0027] そこで、本実施形態ではコモンレール圧力3に基づいて高圧燃料噴射ポンプ5の目標吐出量を算出した後、まず基準のバルブタイミンギング(例えば、図5における最速角状態(曲線I))における吸入弁5aの閉閉タイミンギングVCIと開閉タイミンギングVOIとを算出し、現在のバルブタイミンギング(例えば、図5における最速角状態(曲線II))においてポンプ駆動カム5bの回転位置がそれぞれVCI、VOIと同じになるタイミンギングVC2、VO2を算出し、このVC2、VO2に吸入弁5aの閉閉タイミンギングと開閉タイミンギングとを設定するようにしている。

[0028] ところが、実際には過渡運転時等でバルブタイミンギングが変更途中にある場合がある場合がある。例えば、図5に示すように、図5に示す最速角状態(曲線I)から図5に示す最速角状態(曲線II)に変化する場合には、曲線Iから直接曲線IIに切り換わるわけではなく、バルブタイミンギング作動速度の制限からバルブタイミンギングはある速度で比較的緩やかにIからIIの状態に変化する。

この場合には、バルブタイミンギング変化中はポンプ駆動カム5bのリフト曲線は図5に曲線IIIで示すようなバルブタイミンギング変化時の過渡曲線となる。また、逆にバルブタイミンギングが最速角状態(曲線I)から最速角状態(曲線II)に変化する場合には、ポンプ駆動カム5bのバルブタイミンギング変化時の過渡カムリフト曲線は図5に曲線IVで示すように上記過渡カムリフト曲線IIIよりも異なる曲線となる。従って、バルブタイミンギングが変化中の場合にも正確なポンプ吐出量を得るためには、実際に吸入弁5aを閉弁及び開弁する時期における変角化中のバルブタイミンギングを求め、そのバルブタイミンギングにおいて基準バルブタイミンギングにおけるVCI、VOIと同じポンプ駆動カム5bの回転位置が得られるように吸入弁5aの閉閉タイミンギングとを設定する必要がある。例えば、このタイミンギングを設定する必要がある変角化途中では、図5、曲線III上のタイミンギングVC3、VO3に、また最速角状態から最速角状態への変角化途中では、曲線IV上のタイミンギングVC4、VO4に相当する。しかも、図5の過渡カムリフト曲線III、IVは最速角状態と過渡角状態との間の変化のみを示しているに過ぎず、最速角状態と過渡角状態との間以外のバルブタイミンギングの実際の過渡カムリフト曲線は異なる形状となる。また、吸入弁5aの閉閉タイミンギングは目標吐出量の算出タイミンギングで決定する必要があるため実際のポンプの吐出期間より以前に決定しなければならぬ。

[0029] そこで、本実施形態ではポンプ5の目標吐出量算出時に、ポンプの吐出期間(吸入弁5aの閉閉タイミンギング)におけるバルブタイミンギングを予測して、この予測バルブタイミンギングと目標吐出量とに基づいて最終的な吸入弁5aの閉閉タイミンギングを算出するようにしている。次に、上述した高圧燃料噴射ポンプ5の吸入弁5aの閉閉タイミンギング設定(吐出量制御)の具体的な操作を図3のフローチャートと図4のタイミンギング図を用いて説明する。

[0030] 図4は、高圧燃料噴射ポンプ5のポンプ駆動カム5bのリフト曲線を示す図5と同様の図であり、燃料はクランク角を、燃料はポンプ駆動カム5bのリフトを、それぞれ示している。また、図4において曲線Iはバルブタイミンギング最速角時のポンプ駆動カム5bのカムリフト曲線、曲線IIはバルブタイミンギングから他のバルブタイミンギングへの変角化途中における過渡的なカムリフト曲線を例示している。なお、図4においてクランク角はクランクシャフトの基準位置(例えば機関11の最上死点)TDCまでの角度(BTDC)で示しているため、クランク角が大きいほど早いタイミンギングとなっている。

[0031] 本実施形態では、後述するようにポンプの有効吐出ストロークはクランク角VC5からVO5までの期間に設定されるが、この有効吐出ストローク(VC、

5、VO5)の算出は吐出ストロークよりかなり早い時期(クランク角QT、例えばQTはクランク角でBTDC C360度程度)に決定する。また、QTにおいて有効吐出ストロークを決定するために、QTより更に早い時期VLTにおいてバルブタイミンギングの予測を行なう。

[0032] 以下、図3のフローチャートに基づいて説明する。図3の操作はECU20により一定クランク角回転毎に実行されるルーチンとして行なわれ、操作がスタートすると、図3ステップ301では、現在バルブタイミンギング予測を実行するタイミンギングが否か、すなわち現在のクランク角CAMがVLT(図3)に、しきり値が判定される(本実施形態では、例えばVLT=420° BTDC程度のタイミンギングに設定される)。

[0033] そして、ステップ303では、現在のバルブタイミンギングVLTとクランク角回転360°前のバルブタイミンギングVT_{n-1}とを比較し、VTとVT_{n-1}とに基づいて、現在からクランク角360°後の閉のバルブタイミンギングの予測値d1vvtを算出する。

$d1vvt = (VT - VT_{n-1}) + (VT - VT)$ として算出する。ここで、VTは現在におけるバルブタイミンギングの目標値である。上記d1vvtの算出式は実験的に求められたものであるが、現在からクランク角360°回転する間のバルブタイミンギング変化量は、過渡クランクシャフト360°回転の間に実際に変化したバルブタイミンギング量に、バルブタイミンギング目標値と現在の実際のバルブタイミンギングとの差を加えたものに等しくなることが実験の結果明らかにしている。なお、上記VT及び、VTは便宜上本実施形態ではバルブタイミンギング最速角状態からのバルブタイミンギング差量として表しており、例えば、現在のバルブタイミンギングが最速角状態にあるときはVTは0になる。

[0034] 次にステップ305では上記により算出した予測変角d1vvtの値が最大値α(過渡角の場合)と最小値β(過渡角中の場合)とにより制限される。すなわち、 $d1vvt > \alpha$ の場合、または $d1vvt < \beta$ の場合には、 $d1vvt$ の値はそれぞれα(例えばα=5°)、β(例えばβ=-10°)に変更される。最大値α及び最大値βは、それぞれ可変バルブタイミンギング装置30の過渡角作時と過渡角作時の最大作動速度である。

[0035] 上記により変角予測値d1vvtを算出後、ステップ307で現在のクランク角CAMが高圧燃料噴射ポンプ5の吸入弁閉閉時期の算出タイミンギングQT(図4)になったか否かが判定され、CAM=QTである場合には、ステップ309から319で吸入弁5aの開閉時期の算出が行なわれる。すなわち、ステップ309では、目標吐出量と機関回転数(ポンプ5の回転数)、コモンレール圧力に基づいて吸入弁の基準閉閉時期(クランク角)afpoffが算出される。基準閉閉時期afpoffはバルブタイミンギングが最も過渡角された状

鎖において、目標吐出量を、最も速達する吸入弁5aの閉弁時期（シリンジアドバックチュエータ51aの通過停止時期）である（図3参照）。基準閉弁時期a f p o f f（時期）は、バンプタイミング基準時刻で時間回転数とコマシール圧力（換算負荷）を変化させて目標吐出量で最も速達する値を予め実験的に求め、目標吐出量、時間回転数、コマシール圧力を用いた数値マップの形でE C U 2 0 のROMに格納してある。

【0036】次いで、ステップ311ではステップ310と同様に、予め算出された目標吐出量と、機関回転数、コモンレール圧力とに基づいた駆逐マップから、目標吐出量を得るために必要とされる基準状態における吸入弁51aの開弁期間 $awonbs$ （ノレノイドアクチュエータ51aの通電時間）（図3参照）が算出される。そして、ステップ313では、基準開弁時期 $afpos$ （ $afpos$ =基準開弁期間 $awonbs$ とから、基準状態における開弁時期（ノレノイドアクチュエータ51aの通電開始時期） $afpons$ （クランク角）が、 $afpons=afpos+awonbs-afoset$ ）として算出される。ここで、 $afoset$ は、カムシヤフトの基準位置に対するポンプ駆動カム51bのカムラズズのオフセット量である。

【0037】上記により算出した閉弁時期 a_{fpos} と閉弁時期 a_{pofs} とは、基準状態（バルブタイミング基準状態）において、ポンプ目標吐出量を得るために必要とされる吸入弁 5a の閉弁時期と閉弁時期であるが、実際に吸入弁 5a の閉弁と開弁を行う時には、バルブタイミングは最速状態から変化しているため、上記閉弁時期と閉弁時期とはバルブタイミングに応じて調整が必要がある。

【0038】本実施形態では、実際の吸入中間閉時期をバルブタイミミングに応じて変更する際には上記とは逆に吸入中間閉時期を基準にして吸入中間閉時期を算出して、このため、ステップ315では、上記によらず算出した、基準閉時期 $a_f p o n s$ を、とりあえず前述のバルブタイミミング変化量予測値を算出したときの実際のバルブタイミミング $V T$ における値 $a_f p o n b$ に換算しておく。仮閉時期 $a_f p o n b$ は、基準閉時期 $a_f p o n s$ におけるポンプ駆動カム51bの回転位置と同じ回転位置をとるためのバルブタイミミング $V T$ におけるクラック角であり、
$$a_f p o n b = a_f p o n s + V T$$
となる。

【0039】次いで、ステップ317では、上記により算出した仮開弁時期 a_{ponb} のバルブタイミング変動、化学調整 d_{lvvt} に基づく修正値 k_{aon} が、 $k_{\text{aon}} = (d_{\text{lvvt}} / 360) \times (Q_T + k_{\text{acac}})$ として算出される。上式の第1項はクランクシャフト回転として算出される。

転角 1° ・当たりのバルブタイミングの変化量の意味し、
 第2項はバルブタイミングV_T吐出時(クランク角VL
 T)から仮閉弁時期a_fponbまでのクランク回転角
 度である(k_{cal})はVL_TからQ_Tまでのクランク
 回転角度を表している)。

[0040] すなわち、 $(QT+kacal-afponb)$ は、機頭のバルブタイミングがバルブタイミング検出時 VLT から仮閉弁時期 $afponb$ まで変化しない状態で一定に維持されていると仮定した場合、バルブタイミング検出時 VLT から仮閉弁時期 $afponb$ までの期間 (クランク角度) を表している。ところが、実際には機頭のバルブタイミングは現在変化中であり、仮閉弁時期 $afponb$ と同じポンプ駆動カム回転位相 (すなわち基礎閉弁時期 $afpons$ と同じポンプ駆動カムの回転位置) を得るためには上記 $(QT+kacal-afponb)$ の期間をこのバルブタイミング変化量に基づいて修正する必要がある。すなわち、基礎閉弁時期 $afpons$ と同じポンプ駆動カム回転位置を得るためには、この間に例えばバルブタイミングが ΔVT 進角した場合には上記期間が ΔVT だけ短くする必要がある。あるいは、バルブタイミングが ΔVT だけ遅角した場合には、上記期間が ΔVT だけ長くする必要がある。一方、現在機頭バルブタイミングはクランク回転角 1° 当たり $d1/vvt/360$ の速度で変化しているのであるから、上記期間の間に化する量は上式の $kacal$ になる。すなわち、 $kacal$ は、ステップ 315 で算出した仮閉弁時期 $afponb$ を更に、基礎閉弁時期 $afpons$ と同じポンプ駆動カム回転位置を得るために必要なバルブタイミング変化量に依じた修正量である。

【0041】また、上記と同様に、バルブタイミングに応じた基準閉弁時期 a_{poff} を変化するため、吸込弁 51a の閉弁期間 a_{onwb} もバルブタイミングを変化に応じて修正する必要がある。そこで、ステップ 317 で上記と同様にステップ 311 で算出した基準閉弁期間 a_{onwb} の修正量 ka_{onwb} が、バルブタイミングの変化量に応じて、 $ka_{onwb} = (d_{lvvt} / 360) \cdot X_{aonwb}$ として算出される。

【0042】そして、ステップ319では最終的な投入
弁の始打タイミング（シレノイドアクチュエータ通電開
始タイミング） a_{fon} とと始射期間（シレノイドア
クチュエータの通電継続時間） $awon$ とが、
 $a_{fon}=a_{fonb}+kaon$
 $awon=awonb+kaonw$
として算出される。

【0043】上記により、クランク角QTにおいてソレノイドアクチュエータの通電開始時間 t_{awon} と算出されると、別途実行される吸入弁駆動動作ではクランク角が a fponになるのと吸入弁5aのソレノイドアクチュエータ51aへの通電開始時間 t_{awon} と算出され、この時間差を補正する。

と吸入弁5aのソレノイドアクチュエータ51aへの通

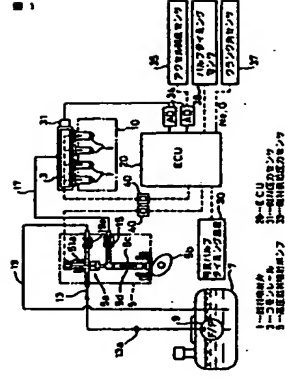
電が開始され、クラウジンシャフトがawonだけ回転する間連電が継続される。これにより、バルブタイミングが変化中であっても、吸入弁の開弁期間中のポンプ駆動（図4、D1）になるため、実際のポンプ吐出量は正確（図4、D1）になる。すなわち、本発明の形態によれば、機関バルブタイミングが変化した場合でもポンプ吐出量を正確に目標吐出量に制御することが可能となる。

【0044】なお、上記の実施形態ではバルブタイミング変化に応じてリレイノイドアクチュエータの通電開始タイミングと通電終了タイミングとの両方を変更しているが、前述したように通電期間内におけるポンプ駆動カムのリフト量変化が基準状態のリフト量と等しければポンプ吐出量は常に目標吐出量と一致する。このため、例えばポンプ駆動カムリフト量の変化が基準状態のリフト量と一致するように通電期間をバルブタイミングにに応じて設定すれば、通電開始時または通電終了時期のいずれか一方を固定することによることも可能である。

【0046】また、上記装置形態では本発明の燃料ポンプ制御装置を4気筒内燃機に適用した場合を例にとつて説明したが、本発明は4気筒以外の気筒数の内燃機関にも適用可能であることはいずれまでもない。更に、本発明はガソリン機関のみならずディーゼル機関にも適用可能であり、更に筒内に直接燃料を噴射する筒内燃料噴射式を備えた機関のみならず、気筒吸気ポートに燃料を噴射する吸気ポート燃料噴射式を有する機関等にも適用することができ、

[0046]

【發明の効果】各種事項に記録の發明によれば、可変バ



【圖】

(11)

19

Fターム(参考) 3C016 A02 A12 A19 B425 DA21
 DA23 GA06
 3C084 A01 B413 B415 B423 DA04
 DA25 EA07 EB09 EC02 EC03
 FA00 FA13 FA18 FA33 FA38
 3C092 A01 A02 A05 A06 A11
 A802 BB01 BB06 BB08 DA01
 DA02 DA04 DE06S EC01
 EA04 EC09 FA06 HA11Z
 HA12Z HB01Z HB02Z HB03X
 HB03Z HB01Z HB03Z HB04Z
 HF08Z
 3C301 HA01 HA02 HA04 HA19 LB04
 LB11 MA11 MA18 NB02 NC02
 NE23 PA17Z PB00Z PB03A
 PB05Z PB08A PB08Z PE01Z
 PE03Z PE04Z PE10Z PF03Z